

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

⑫ 公開特許公報 (A) 昭64-81376

⑬ Int.Cl. 4

H 01 S 3/117

識別記号

府内整理番号

7630-5F

⑭ 公開 昭和64年(1989)3月27日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 レーザ発振装置

⑯ 特 願 昭62-239190

⑰ 出 願 昭62(1987)9月24日

⑱ 発明者 長嶋 崇弘 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内

⑲ 出願人 富士電機株式会社 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

⑳ 代理人 弁理士 山口 嶽

明細書

1. 発明の名称 レーザ発振装置

2. 特許請求の範囲

1) 内面が反射鏡になった梢円筒形集光器の一方の焦点位置に直管形連続形励起ランプを、他方の焦点位置に固体レーザロッドをそれぞれ設け、超音波Qスイッチを用いて繰返しパルスのレーザを発振させる装置において、前記超音波Qスイッチは、その超音波の進行方向が前記固体レーザロッドの光軸を含み前記集光器の梢円の短軸と平行な平面内にあり、かつ前記光軸とプラグ条件を満足する角度で交差するように設けられることを特徴とするレーザ発振装置。

2) 特許請求の範囲第1項記載の装置において、固体レーザロッドは、YAGロッドであることを特徴とするレーザ発振装置。

3. 発明の詳細な説明

【産業上の利用分野】

この発明は、固体レーザロッド、主にYAGロッドをアーフランプによって梢円筒形集光器を介

し照射して励起させ、超音波Qスイッチを用いて繰返しパルスのレーザを発振させる装置であって、とくに発振レーザの光軸と直角な方向（横方向）に関するレーザ出力の特性が等方性をもつように改良されたレーザ発振装置に関する。

【従来の技術】

従来のレーザ発振装置の要部について、第1図を参照しながら説明する。なお、第1図は実施例を示すレーザ発振装置の要部の斜視図であるが、一部を除いて従来のレーザ発振装置にも対応することができる。

第1図において、全反射鏡1と出力鏡2とが同軸に対向配置され、その中間位置にYAG格納部3、超音波Qスイッチ7、モード選択器8、およびシャッタ9が配置される。

二点鎖線表示のYAG格納部3には、内面が反射鏡になった梢円筒形集光器6と、その各焦点位置に軸線を一致させてYAGロッド4と、連続形励起ランプとしてのクリップトン・アークランプ（以下、単にアーフランプという）5とがそれぞ

れ配置される。なお、YAGロッド4の軸線が、このレーザ発振装置の光軸になる。

超音波Qスイッチ7は、アーフランプ5によって光励起されたYAGロッド4の内部に反転分布状態で蓄積された励起エネルギーを、高いピーク値と狭い時間幅とをもつ繰返しパルスのレーザとして出力させるためのスイッチの一種で、特に超音波を利用して繰返しパルスの生成とそのオン・オフをおこなう。また、超音波Qスイッチ7の主方向(超音波の進行方向)をほぼ水平にすると、その構造から基台に取付けやすくなるから、この超音波Qスイッチ7は、超音波の進行方向が、レーザ光軸Zと梢円筒形集光器の断面の梢円の長軸方向Xとのなす平面内にあり、かつレーザ光軸Zとプラグ条件を満たす角度で交差するように設置される。なお、以上に述べた超音波Qスイッチ7の設置方向だけが後述する実施例の場合と異なる。

なお、モード選択器8はレーザ光の横方向モードを選択するためのもので、微小穴をもつ遮蔽板

によって周辺の不要なモードの発振を抑制する方法がとられる。また、シャッタ9はレーザ発振の緊急遮断用の安全装置で、通常動作のオン・オフはしない。

さて、第6図は超音波Qスイッチによるスイッチング動作の原理図で、同図において超音波Qスイッチ7は、その超音波の進行方向と直角な一方が、レーザの光軸、つまりZ軸と超音波の進行方向とのなす平面内にあり、Z軸と角度θをなすように選ばれる。なお、超音波の進行方向は、光軸Zと集光器6の長軸方向X(第1図参照)とのなす平面内に含まれ、角度θは、以下に述べるプラグ条件を満足するものである。

超音波Qスイッチ7の主体は、溶融石英のブロックで、第6図のように上側の端面にトランジスタ7aが設けられ、これに図示していない超音波発振器からの高周波信号が印加されて超音波が発生する。この超音波によって、溶融石英ブロック内に光弾性効果による周期的な屈折率変動が生じ、等価的に超音波の波長と同じ間隔をもつ位相

格子が形成される。レーザ光がこの位相格子と、次の式で得られる角度θで入射すると、角度2θだけ光路が曲げられる、いわゆる回折を受け、レーザ発振が抑えられ、YAGロッド4内に反転分布の励起エネルギーが蓄積される。

YAGロッド4内でのレーザ光の波長をλ、超音波の波長(位相格子のピッチ)をp、としたとき

$$\sin \theta = \lambda / 2p$$

の関係が成立することをプラグ条件が満たされているという。

次に、ここで瞬時に超音波を消すとレーザ発振が急速に立ち上がり、ピーク値が高く時間幅の狭い、いわゆるQスイッチパルスが outputされる。なお、Qスイッチパルスの繰返し周波数と、オン・オフのタイミングとは、超音波発振器の出力信号の制御によって任意に変えられる。

【発明が解決しようとする問題点】

従来の技術では、繰返しパルスのレーザの出力は、光軸と直角な方向(横方向)に関して方向特

性をもち、第7図に示すような形態になる。以下にこれについて説明する。

まず、アーフランプ5による連続波レーザの出力の方向特性について、第2図を参照しながら説明する。第2図は、右上のYAGロッド4、アーフランプ5、および集光器6の断面図と、左下のYAGロッド4の互いに直交する2平面内における連続波レーザの出力を模型的に示す図とからなる。なお、右上部分との図の寸法比は1ではない。集光器6の断面の梢円の右側の焦点位置に配置されたアーフランプ5からの励起光は、梢円筒形集光器6の内面の反射鏡で反射され、左側の焦点位置にあるYAGロッド4の中心部のある範囲に分布した形で集光される。この集光状態は、YAGロッド4の光軸Zを中心線とし、集光器6の断面の梢円の短軸と平行な方向Yを長軸とする微小な梢円形(第2図の破線表示)を断面とする柱状区域において、その中心部でもっとも強く周辺部にいくにしたがって弱くなり、しかも集光器6の断面の梢円の長軸方向Xには急激に、これと直角

なY方向には緩慢に減衰する傾向をとる。

したがって、このときに発振される連続波レーザの出力の、光軸Zと直角な方向（横方向）に関する方向特性は、第2図の左下に示されるように、X方向においてもっとも急激に減衰し、Y方向においてもっとも緩慢に減衰する形をとる。その結果、超音波Qスイッチ7を用いて発振させた繰返しパルスレーザの出力の方向特性も、第7図のように、第2図の左下の模型図と類似の形態を示す。

したがって、この繰返しパルスのレーザを加工に用いたときには、あたかもX方向には幅が狭く、Y方向には幅が広い刃物として作用する。例えば、このレーザによってH字を刻印すると、第5図(b)に示すように、レーザをX方向に移動させたときの刻印の溝幅はB_y、Y方向に移動させたときの溝幅はB_xとなり、移動させた方向によって溝幅が異なる。ある刻印例では、B_yがB_xの約2倍になり、これでは実用上も外観上も不都合を生じる。

この発明の目的は、従来の技術がもつ以上の問

器の内面の反射鏡で反射され、他方の焦点位置に設けられた固体レーザロッドの軸線を中心線として集光器断面の梢円の短軸と平行な方向を長軸とする微小な梢円形を断面とする柱状区域内に、その中心部でもっとも強く周辺部にいくにしたがって弱くなり、しかも集光器断面の梢円の長軸方向には急激に、これと直角な方向には緩慢に減衰する傾向で集光される。したがって、このときに発振される連続波レーザの出力の、光軸と直角な方向（横方向）に関する方向特性は、集光器断面の梢円の長軸方向においてもっとも急激に、これと直角な方向においてもっとも緩慢に減衰する形をとる。

一方、超音波Qスイッチを、レーザ光軸を含み集光器の梢円の短軸と平行な平面内において前記光軸とブレーキ条件を満足する角度で超音波が進行するように設けることによって、もし光励起の程度が固体レーザロッド内部の各部位で均等であるとすれば、パルス発振されるレーザの出力の、光軸と直角な方向に関する方向特性は、集光器断

題点を解消し、発振レーザの光軸と直角な方向に関する出力特性ができるだけ等方性をもつような繰返しパルスのレーザ発振装置を提供することにある。

【問題点を解決するための手段】

前記の目的を達成するために、本発明に係るレーザ発振装置は、内面が反射鏡になった梢円筒形集光器の一方の焦点位置に直管形の連続形励起ランプを、他方の焦点位置に固体レーザロッドをそれぞれ設け、超音波Qスイッチを用いて繰返しパルスのレーザを発振させる装置において、

前記超音波Qスイッチは、その超音波の進行方向が前記固体レーザロッド、例えばYAGロッドの光軸を含み前記集光器の梢円の短軸と平行な平面内にあり、かつ前記光軸とブレーキ条件を満足する角度で交差するように設けられる。

【作用】

梢円筒形集光器の一方の焦点位置に設けられた直管形の連続形励起ランプからの励起光は、集光

面の梢円の長軸方向においてもっとも緩慢に減衰し、これと直角な方向においてもっとも急激に減衰する形をとる、と想定される。

以上の結果、先に述べたような方向性をもつ光励起状態にある固体レーザロッドから発振される繰返しパルスのレーザ出力は、前記の超音波Qスイッチを用いたときの出力の方向特性とが重なり合い、再現性をもつ実験的事実として、光軸と直角な方向（横方向）に関する方向特性がほぼ等方性をもつようになる。

【実施例】

本発明に係る実施例を示すレーザ発振装置について、以下に図面を参照しながら説明する。

第1図はこのレーザ発振装置の要部の斜視図であり、その構成は先に説明した従来例とほとんど同じで、超音波Qスイッチ7の配置方向だけが異なる。すなわち、超音波スイッチ7は、その超音波の進行と直角な一方が、第3図に示すように、レーザ光軸Zを含み集光器6の梢円の短軸と平行な平面（Z-Y平面）内にあり、レーザ光軸Zと

ブラック条件を満たす角度 θ で交差するように配置される。

そのときの繰返しパルスのレーザ出力の方向特性を第4図を参照しながら説明する。第4図は光軸Z方向にレーザの出力をとり、その出力の、X、Y各方向についての出力特性を示す。光軸Z位置でX、Y各方向の出力とも最大となり、出力の光軸Zからの偏りによる減衰傾向は、破線円で示されるようにX、Y各方向についてほぼ等しくなる。このことは、再現性をもつ実験的事実である。

この実験的事実に基づいて想定されることは、第1図において、超音波Qスイッチ7を、レーザ光軸Zを含み集光器6の梢円の短軸と平行な平面（Z-Y平面）内において前記光軸Zとブラック条件を満足する角度 θ で超音波が進行するように設けることによって、もし光励起の程度がYACロッド4内部の各部位で均等であるとすれば、パルス発振されるレーザの出力の、光軸Zと直角な方向に関する方向特性は、集光器6の断面の梢円の長軸X方向においてもっとも緩慢に減衰し、こ

れと直角なY方向においてもっとも急激に減衰する形をとる；しかし、実際のYACロッド4の光励起状態は第2図のような方向特性をもっているから、この方向特性と、前記のように設置された超音波Qスイッチ7を用いたときの出力の方向特性とが重なり合い、光軸Zからこれと直角な方向（横方向）に関する出力の方向特性がほぼ等方性をもつようになる、ということである。

ところで、第4図に示したような出力の方向特性をもつ繰返しパルスのレーザを加工に用いたときには、あたかもX方向にも、Y方向にも同じ幅をもつ刃物として作用する。例えば、このレーザによってH字を刻印すると、第5図(a)に示すように、レーザをX方向に移動させたときの刻印の溝幅Ayと、Y方向に移動させたときの溝幅Axとはほぼ同じになる。

一般に、このような繰返しパルスのレーザを、刻印や切断、穴あけ、熱処理、スクライピング、トリミングなどの加工に適用する場合には、加工能力や加工精度が、レーザビームを移動させる方向に関してほぼ均等になり、加工品質の向上が図れる。

【発明の効果】

以上説明したように、この発明においては、連続形の光励起による連続波レーザ出力の方向特性と、超音波の進行方向を前記したように特定した超音波Qスイッチによるレーザ出力の方向特性とが重なり合い、結果的に繰返しパルスのレーザ出力は、光軸と直角な方向に関する方向特性がほぼ等方性をもつようになる。

したがって、この発明によれば、従来の技術に比べ次のようなすぐれた効果がある。

(1) 繰返しパルスのレーザ出力を、刻印や切断、穴あけ、熱処理、スクライピング、トリミングなどの加工に適用する場合には、加工能力や加工精度が、レーザビームを移動させる方向に関してほぼ均等になり、加工品質の向上が図れる。例えば、刻印においては、その溝幅や溝深さがレーザビームを振らせるあらゆる方向についてほぼ均等になり、実用上も外観上も極めて良好となる。

(2) 超音波Qスイッチの超音波の進行方向を変更するだけという簡単な手段によるから、超音波Qスイッチの取付座の変更を除いて既設部材の変更や追加部材はほとんど不要であり、コスト増分もほとんどなくてすむ。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係る実施例の要部の斜視図、第2図は連続形励起ランプによる連続波レーザの出力の方向特性を模型的に示す図、

第3図はこの実施例における超音波Qスイッチによるレーザ光偏向の原理説明図、

第4図はこの実施例における超音波Qスイッチによる繰返しパルスのレーザの出力の方向特性を模型的に示す図、

第5図は繰返しパルスのレーザによる刻印文字の平面図であり、同図(a)は実施例によるもの、同図(b)は従来例によるもの、

第6図は従来例における超音波Qスイッチによるレーザ光偏向の原理説明図、

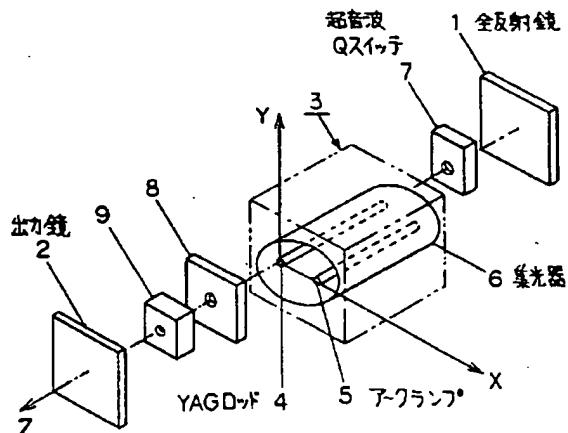
第7図はこの従来例における超音波Qスイッチに

より繰返しパルスのレーザの出力の方向特性を模
型的に示す図である。

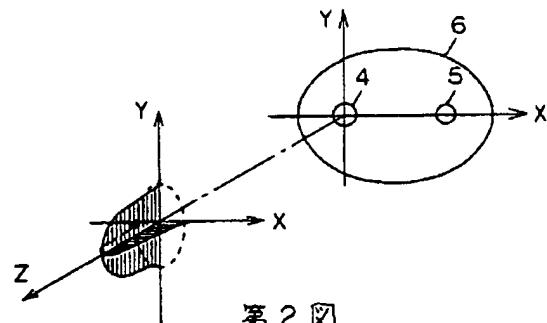
符号説明

1: 全反射鏡、2: 出力鏡、3: YAG 格納部、
4: YAG ロッド、5: アークランプ、
6: 集光器、7: 超音波 Qスイッチ。

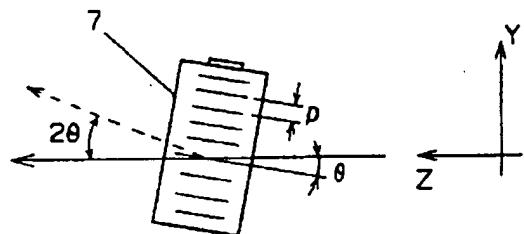
代理人弁理士 山 口 雄



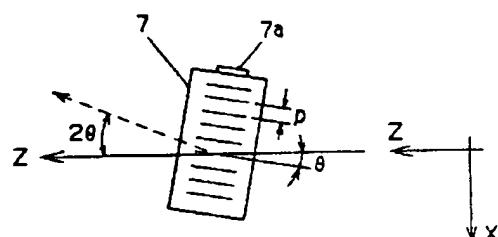
第1図



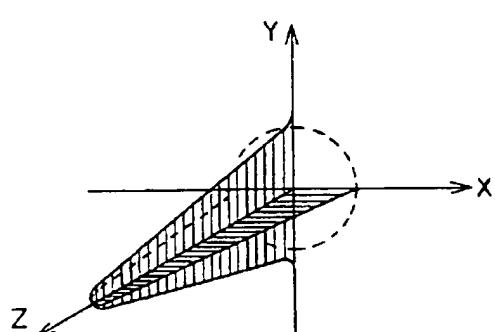
第2図



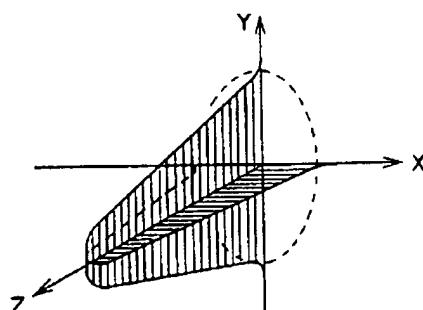
第3図



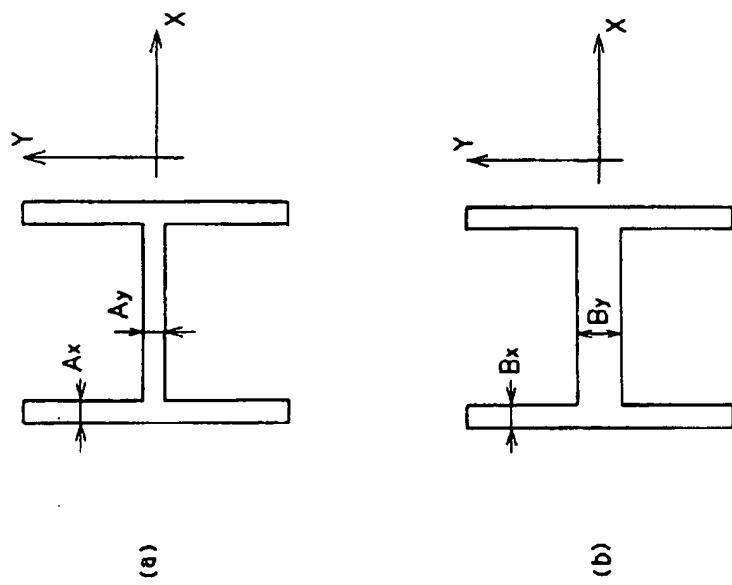
第6図



第4図



第7図



第5図